

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-228829

(43)Date of publication of application : 22.09.1988

(51)Int.Cl.

H04B 9/00  
G01J 3/10

(21)Application number : 62-061191

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.03.1987

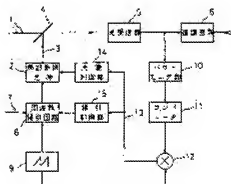
(72)Inventor : EMURA KATSUMI

## (54) OPTICAL FREQUENCY DRAW-IN DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To draw the oscillation frequency of an oscillating light source into a certain frequency range, e.g., a lock-in range of a stabilizing loop for frequency difference against reference signal light, by detecting and correcting the variance of frequency by means of the sweep signal of a frequency sweeping part and an output signal received from a power monitor part.

CONSTITUTION: The positional relation between the signal light 1 and local oscillation light 3 is detected by sweeping the oscillation frequency of the light 3. The difference of frequency between the light 1 and the light 3 is set within the band of a light receiver 5 at a certain point in a sweeping. The presence or absence of an intermediate frequency signal is monitored at a power monitor part 10 consisting of an envelope detecting circuit. The pulse output of the part 10 is multiplied by the output of a sawtooth wave generating circuit 9 via a multiplier 12 for production of a signal 13 whose polarity corresponds to the frequency disposition. Based on the signal 13, a light source control part 14 changes the bias level of a local oscillating light source 2 in response to the polarity and the amplitude of the signal 13. In such a way, the oscillation frequency of the light source 2 is drawn in.



## ⑫ 公開特許公報(A) 昭63-228829

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)9月22日

H 04 B 9/00

L-7240-5K

G 01 J 3/10

8707-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光周波数引き込み装置

⑯ 特 願 昭62-61191

⑰ 出 願 昭62(1987)3月18日

⑱ 発 明 者 江 村 克 己 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 岩佐 義幸

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光周波数引き込み装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) 基準となる信号光に対し光源の周波数を所定周波数範囲内に引き込む光周波数引き込み装置であって、

前記光源の周波数を掃引する周波数掃引部と、信号帯域内にあらわれる信号パワーをモニタするパワーモニタ部と、

前記周波数掃引部の掃引信号と前記パワーモニタ部からの出力信号により前記光源の前記信号光に対する周波数ずれを検出する検出手段と、

この検出手段で得られる前記周波数ずれについての情報を含む信号を基に前記周波数ずれを補正する光源制御部とを備えることを特徴とする光周波数引き込み装置。

(2) 特許請求の範囲第1項に記載の光周波数引き込み装置において、

前記周波数掃引部は、前記周波数ずれに対応し

た信号を基に掃引制御部により掃引幅が制御されることを特徴とする光周波数引き込み装置。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光周波数引き込み装置に関し、特に光ヘテロダイン検波を用いる光通信システムに用いて好適な光周波数引き込み装置に関するものである。

(従来の技術)

一般に光ヘテロダイン検波を用いる光通信システムでは、従来の光直接検波を用いる光通信システムに比べ10～100倍高い光受信感度を実現できるので、光ヘテロダイン検波を用いる光通信システムは、長距離光通信幹線システム等に有効な光通信システムとして期待されている。

また、近年、半導体レーザの性能が向上し、半導体レーザを光源として用いた光ヘテロダイン検波システムの開発が行われるようになってきた。

ところで、光ヘテロダイン検波システムでは、光の位相や周波数情報を用いるので、光源の周波

数安定度が問題となり、半導体レーザを光源として用いる場合には、その発振周波数がその注入電流や周囲温度によって変化するので、特にその安定度が問題になる。すなわち、光ヘテロダイン検波システムでは、送信光源と局部発振光源の相対的な周波数差を一定に保つ必要があるので、このため、従来からその安定化に関しては、種々の検討がなされてきている。たとえば、久保木、大津による括弧学技報、MW85-29の論文「半導体レーザのオフセット・ロックに関する研究」はその一例である。このような研究により、比較的近い発振周波数差をもつ2つの半導体レーザの周波数差を安定化する技術はすでに確立されつつあるといえる。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、前記したように半導体レーザの発振周波数は注入電流や周囲温度により大きく変化するため、システムを立ち上げたとき、送信光源、局部発振光源の発振周波数差が前記の周波数安定化ループのロックインレンジ（周波数差の安定化

のための引き込みが行われる範囲）内におさまっているとは限らない。このように送信光源と局部発振光源の発振周波数差がロックインレンジ外にある場合の周波数引き込みの方法については、これまで報告された例はなく、光ヘテロダイン検波システムを実用化する場合に問題となっていた。

本発明の目的は基準となる信号光に対し発振光源の発振周波数差のある周波数範囲内、たとえば周波数差安定化ループのロックインレンジ内に引き込むことが可能になる光周波数引き込み装置を提供することにある。

#### （問題点を解決するための手段）

本発明は、基準となる信号光に対し光源の周波数を所定周波数範囲内に引き込む光周波数引き込み装置であって、

前記光源の周波数を掃引する周波数掃引部と、信号帯域内にあらわれる信号パワーをモニタするパワーモニタ部と、

前記周波数掃引部の掃引信号と前記パワーモニタ部からの出力信号により前記光源の前記信号光

に対する周波数ずれを検出する検出手段と、

この検出手段で得られる前記周波数ずれについての情報を含む信号を基に前記周波数ずれを補正する光源制御部とを備えることを特徴としている。

#### （作用）

本発明は、基準となる信号光に対し光源の周波数を所定周波数範囲内に引き込むため、前記光源の周波数を掃引する周波数掃引部によって光源の発振周波数を掃引すると共に、信号光に対し光源の光の周波数がどの程度ずれているかを周波数掃引部の掃引信号とパワーモニタ部からの出力信号により検出する。検出された信号には、光源の信号光に対する周波数ずれについて情報が含まれており、光源制御部は、この信号を基に周波数ずれを補正するように前記光源の発振周波数を変化させ、これによって光源の発振周波数の引き込みが行われる。

#### 〔実施例〕

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の第1の実施例を説明するためのブロック図である。

本実施例は、送信側から送られて来る信号光に対し、光ヘテロダイン検波を用いる光受信装置の局部発振光源の発振周波数を所定の周波数範囲内に引き込む場合に適用したもので、第1図に示すように、局部発振光源2と、信号光1と局部発振光源2からの局部発振光3とを合波する光合波器4と、この光合波器4で合波された光を受信する光受信器5と、復調回路6を備えると共に、周波数掃引回路8と、掃引信号を得るためのこぎり波発生回路9と、パワーモニタ部10と、コンパレータ11と、乗算器12と、光源制御部14と、掃引制御部15が設けられている。

周波数掃引回路8は、局部発振光源2の発振周波数を掃引するためのもので、この掃引はのこぎり波発生回路9の出力に基づいて行われる。また、この周波数掃引回路8には、後述のように、復調出力が得られない場合にエラー信号7が加えられるようになっていると共に、掃引制御部15により

播引幅が制御されるようになっている。

パワーモニタ部10には、ヘテロダイン検波を行う光受信器5からの出力が供給されるようになっている。このパワーモニタ部10は、後述のように、信号帯域内にあらわれる信号パワーをモニタするもので、包絡線検波回路で構成することができる。

パワーモニタ部10の出力はコンパレータ11を介して乗算器12に一方の入力として供給され、また乗算器12には他方の入力としてのこぎり波発生回路9の出力が印加される。本実施例では、このような構成によって、播引信号とパワーモニタ部10からの出力信号により局部発振光源2の信号光1に対する周波数ずれを検出す手段が構成されている。

乗算器12から得られる信号13は、上述の周波数ずれについて情報を含む信号であり、これが光源制御部14及び播引制御部15に与えられるようになっている。

この光源制御部14は、周波数ずれについての情報を含む信号13を基に周波数ずれを補正するよう

局部発振光源2を制御する制御部であり、かかる制御は局部発振光源2のバイアスレベルを変化させることにより行われる。一方、播引制御部15は、周波数ずれに対応した信号13を基に播引幅を制御するようになっている。

更に、第2図をも参照して具体的に説明する。

まず、光ヘテロダイン検波では信号光と局部発振光の差周波数にあたる中間周波電気信号から信号を復調するが、しかし受光素子および電気回路の周波数応答に制限があり、とりうる中間周波帯域は現状では10GHz程度であって、周波数差安定化ループのロックインレンジもこの中間周波帯域で制限される。

特に、半導体レーザを光源にして用いる場合には、その発振周波数は周囲温度1℃の変化で10GHz以上また注入電流1mAの変化で数GHz変化する。このため、信号光と局部発振光の差周波数は容易に中間周波帯域外の周波数となる。そこで、この場合に、信号を中間周波帯域内に引きもどすために、第1図の如く、信号光1に対し局部

発振光3がどちら側にもどの程度ずれているかを検出する手段と、その検出信号に対応して局部発振光3の周波数を中間周波帯域内に播引する手段が用いられているのである。

本実施例においては、信号光1と局部発振光3の相対的な位置関係は、局部発振光3の発振周波数を播引することにより検出する。

すなわち、第1図において、信号光1は局部発振光源2の出力である局部発振光3と光合波器4で合波され、光受信器5で受信され、復調回路6で復調されることになるがここで復調出力が得られない場合にはエラー信号7が局部発振光源2の周波数播引回路8に加えられる。これにより周波数播引回路8はのこぎり波発生回路9の出力をもとに局部発振光源2の発振周波数を播引する。この播引中のどこかで信号光1と局部発振光3の周波数差が光受信器5の帯域内にはいる。この中間周波信号の有無を包絡線検波回路からなるパワーモニタ部10でモニタする。このパワーモニタ部10の出力をコンパレータ11を連すことにより、光受

信器5内に信号がはいった瞬間にパルス出力を得るようにする。このパルス出力とのこぎり波発生回路9の出力を乗算器12で掛け合わせることで、信号光1と局部発振光3の周波数差に振幅が比例し、極性が信号光1と局部発振光3の周波数配置に対応した信号13が得られる。

第2図は上述のように局部発振光3の発振周波数を播引したときの各部の波形を示した図である。たとえば第2図(a)のようなのこぎり波で局部発振光源2への注入電流を変調し、周波数を播引する場合を考えると、この場合局部発振周波数が播引されるに従って、ある瞬間第3図(a)に示されるように中間周波帯域内に信号があらわれる。ここで第2図(a)、(a)2つの信号の積をとると第2図(b)のように信号光1と局部発振光3の差に対応した振幅をもつ信号13が得られる。ここで信号光1と局部発振光3の位置関係によって得られる信号13の振幅も変化する。従ってこの信号13により局部発振光源2のバイアスレベルを変化させるようにすれば信号光1と局部発振光3の差周波数を中間周

波帯域内に引き込むことが可能である。

このようにして信号13をもとに光源制御部14は信号13の極性、振幅に対応して局部発振光源2のバイアスレベルを変化させる。これにより局部発振光源2の発振周波数の引き込みが行われる。また掃引制御部15は信号13の振幅に比例して周波数掃引回路8の出力信号の振幅を変化させる。これにより局部発振光源2の発振周波数の引き込みが達成されたときには、周波数掃引回路8による周波数掃引は行われないようになっている。

このようにするのは、次のような問題を解決するためである。

すなわち、中間周波帯域内で差周波数の安定化を行う場合、局部発振光3の掃引が引き続き行われているとこの掃引が安定化の妨げとなる。そこで、この問題を解決するため、前述のように、掃引信号と中間周波帯域からの信号の積によって得られる信号13の振幅は、信号光1と局部発振光3の差周波数に比例しているため、この信号13の振幅に比例して局部発振光3の掃引幅を変化させる

のである。このように制御すれば、中間周波帯域内に信号が引き込まれたときに、局部発振光3の掃引振幅を零にすることができ、掃引が安定化の妨げとなるのを防ぐことができる。

なお、本実施例において、局部発振光源2としては波長 $1.55\mu\text{m}$ の分布掃選形半導体レーザを用いた。信号光1は $400\text{Mb/s}$ でASK変調された信号であり、これを局部発振光3と合波して中心周波数 $1\text{GHz}$ 、帯域 $1\text{GHz}$ の光受信器5でヘテロダイン検波した。周波数掃引回路8は、最大で $\pm 20\text{m}\Delta$ 局部発振光源2の注入電流を変化させた。これにより約 $100\text{GHz}$ 局部発振光源2の発振周波数を変化させることが可能であった。実際に本発明に従う第1図の周波数引き込み装置が動作する前には信号光1と局部発振光3の発振周波数は約 $30\text{GHz}$ はなれていたが、第1図の周波数引き込み装置を動作させることにより局部発振光3の周波数が変化し、信号光1と局部発振光3のビート信号が光受信器5の帯域内で得られるようになった。これにより復調回路6からは正しい

復調出力が得られた。

このように、本実施例によれば、受信部において局部発振光源2の発振周波数が基準となる信号光1の周波数からかなりずれている場合にも、信号光1と局部発振光3のビート周波数が電気的な周波数安定化ループのロックインレンジ内になるまで、局部発振光源2の発振周波数を自動的に掃引して周波数引き込みを行うことができた。

第3図は本発明の第2の実施例を説明するためのブロック図である。本実施例においては局部発振光源2としては外部共振器型LDを用い、周波数掃引回路8からの信号により外部共振器を構成するグレーティングを回転させることにより局部発振光源2の周波数を掃引した。また、光源制御部14および掃引制御部15への信号13は次のようにして取り出した。まず、コンプレクタ11およびのこぎり波発生回路9の出力を加算器20で加算する。この加算器20の出力をクリップ回路21を通しあるクリップレベルより上の部分の出力を取り出す。この出力を差動増幅器23に入力し、基準信号22と

比較することにより信号13が得られる。第4図はそのときの各部の波形について示した図である。その他の構成は第1の実施例と同様であり、第1図と同様の符号を付してある。

本実施例では光源に外部共振器型LDを用いているので掃引できる周波数範囲は約 $1000\text{GHz}$ と大きく、信号光1と局部発振光3の発振周波数が $100\text{GHz}$ 以上離れている場合でも、第1の実施例と同様に光受信器5の帯域内にビート信号を引き込むことが可能であった。

なお、本発明は、以上の実施例の他にも様々な変形例が考えられる。たとえば、のこぎり波発生回路9のかわりに三角波発生回路あるいは正弦波発生回路を用いてもよい。また、掃引制御部15は信号13がある振幅レベル以下になったときに掃引を停止するようなスイッチ動作をするようにしても良い。また、光源制御部14は信号13の極性のみに対応して一定レベルのバイアス変化を局部発振光源2に加えるようにしても制御可能である。また、光源制御部14の信号を局部発振光源2の周囲

温度へ帰還することも可能である。また、以上の実施例にさらに電氣的な周波数オフセットループを加えれば高精度にビート周波数を安定化することができる。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば発振光源の発振周波数が基準となる信号光の周波数からかなりずれている場合にも、発振光源の発振周波数が所定の周波数範囲内になるまで、発振光源の発振周波数が自動的に掃引される。したがって、本発明の光周波数引き込み装置は、例えば光ヘテロダイン検波を用いる受信部において周波数差安定化ループのロックインレンジ内に引き込む場合に好適であり、系の自動立ち上げや系の瞬断の復旧に効果を発揮する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第1の実施例を説明するためのブロック図、

第2図は局部発振光の発振周波数を掃引したときの各部の波形を示す図、

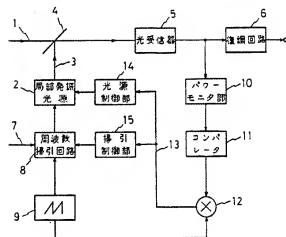
第3図は本発明の第2の実施例を説明するためのブロック図、

第4図は第2の実施例における各部の波形を示す図である。

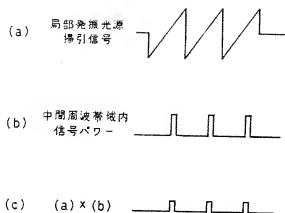
- 1…信号光
- 2…局部発振光源
- 3…局部発振光
- 4…光合波器
- 5…光受信器
- 6…復調回路
- 7…エラー信号
- 8…周波数掃引回路
- 9…のこぎり波発生回路
- 10…パワーモニタ部
- 11…コンパレータ
- 12…乗算器
- 13…信号
- 14…光源制御部
- 15…掃引制御部
- 20…加算器

- 21…クリップ回路
- 22…基準信号
- 23…差動増幅器

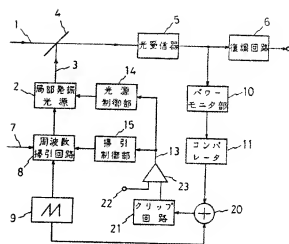
代理人弁理士 岩 佐 義 幸



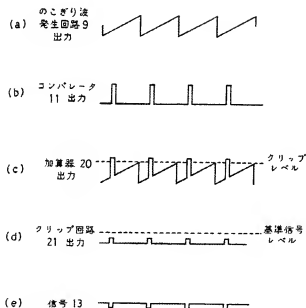
第1図



第 2 図



第 3 図



第 4 図